Aus der Chirurgischen Klinik der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München.
Vorstand: Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. J. Mayr.

Untersuchung über die Anwendbarkeit der elektrischen Betäubung nach Leduc bei chirurgischen Eingriffen an Hunden.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-
Universität München,
vorgelegt von

Josef Zimmermann,
Bulkesch (Rum.)

München 1928.

Druck von J. Gotteswinter, München.

Aus der Chirurgischen Klinik der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München.
Vorstand: Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. J. Mayr.

Untersuchung über die Anwendbarkeit der elektrischen Betäubung nach Leduc bei chirurgischen Eingriffen an Hunden.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-
Universität München,
vorgelegt von

Josef Zimmermann,
Bulkesch (Rum.)

München 1928.

Druck von J. Gotteswinter, München.

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München,
Referent: Geh. Reg.-Rat, ord. Prof. Dr. Mayr.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 5

Literaturübersicht über das Leduc'sche Verfahren 6

Literaturzusammenfassung 10

Eigene Versuche 12

I. Beschreibung des an der chirurgischen Tierklinik angewandten Apparates 12

II. Narkoseversuche 13

III. Operationsversuche 25

Zusammenfassung der Versuche 30

Einleitung.

Seit dem Bestehen der Medizin ist man stets bestrebt, Operationen unter Ausschaltung des Schmerzgefühls auszuführen. So hat man sich mit den Narkoticis viel beschäftigt, sucht ihre schädliche Wirkung fortwährend herabzusetzen und ist auch heute noch bestrebt, neue ungefährlichere Mittel zu finden. Der durch die Narkose geschaffenen Erleichterung verdankt die Chirurgie ganz besonders ihre einzig dastehenden Fortschritte. Auch in der Narkose der Tiere ist man erfreulich vorwärts gekommen, aber trotzdem sind wir auch heute noch nicht in jedem Fall in der Lage, beispielsweise einen Hund vollständig gefahrlos in eine für große Operationen hinreichende Narkose zu versetzen. Allen Narkoticis können nachteilige, für das Leben gefahrdrohende Wirkungen nachgesagt werden.

Das Chloroform wirkt auf Herz und Atmung — besonders beim Hund — sowie auf die Vasokonstriktorzentren schädigend. Schloßmann (17*) erwähnt, daß die zur Lähmung der Großhirnrindenzellen nötigen Mengen die anderen Zellsysteme nicht unbeschadet lassen. Äther ist als Herzgift und in Bezug auf die in der Medulla oblongata gelegenen lebenswichtigen Zentren weniger gefährlich, doch sind seine starkreizende Wirkung auf Schleimhäute, die hiedurch vermehrte Schleimsekretion (Pneumoniegefahr) und das sehr lange und sehr stürmische Exzitationsstadium nachträglich. Nach Fröhner (5) eignet sich Morphium bei Hunden zur Narkose, doch ist einzuwenden, daß man mit therapeutischen Dosen eine vollständige Empfindungslosigkeit nicht erzielt. Anästhesie kann nur mit bereits toxischen Dosen herbeigeführt werden.

*) Die in runden Klammern ( ) beigesetzten Ziffern beziehen sich auf die am Schlusse der Arbeit angeführten Literaturangaben.

Die von Appel 1927 (1) mit Chloralhydrat beim Hund angestellten Versuche führten, trotzdem er die mit Gefahren und technischen Schwierigkeiten verbundene intravenöse Applikation umging und die Rektalnarkose anwandte, zu keinen günstigen Resultaten. Er rät von dieser Methode wegen der hohen Mortalitätsziffer von 5 % ab. Befriedigendere Resultate erzielt man beim Hunde durch die intravenöse Applikation, deren Methoden durch Arbeiten aus der Chirurgischen Universitäts-Tierklinik in München festgelegt worden sind. Als erster zeigt hier März (11) die verhältnismäßig gefahrlose Methode der intravenösen Einverleibung, und Wenger (19) hat dieses Verfahren nicht unerheblich verbessert und den Gefahrenkoeffizienten herabgesetzt, indem er nicht wie bisher 10 Chloralhydrat in 90 Wasser, sondern 10 Chloralhydrat in 90 25 %igem Alkohol in die Vene gab, was eine Herabsetzung der Dosierung ermöglichte.

Die Wirkung der bisher angewandten chemischen Stoffe bei der Narkose beruht darauf, daß sie nach entsprechender Applikation und Resorption im Körper auf dem Blutzirkulationswege zu den Ganglienzellen des Großhirns kommen und durch Funktionsstörung einen Betäubungszustand erzeugen, ohne hiebei die Zentren für Atmung und Herzbewegung im verlängerten Mark außer Funktion zu setzen. Nach H. Meyer (12) und Overton (16), deren Erklärung auch heute noch anerkannt wird, beruht die durch chemische Körper verursachte Narkose auf einer allmählichen Speicherung dieser Stoffe im Nervengewebe, infolge ihrer Lipoidlöslichkeit, wodurch das Gleichgewicht der Nervenzellen gestört und ihre Funktion gehemmt wird.

Literaturübersicht über das Leducsche Verfahren.

Abweichend von der Anwendung von chemischen Mitteln bei der Allgemeinnarkose, versuchte im Jahre 1902 Leduc (9) einen narkoseartigen Zustand auf physikalischem Wege zu erzeugen. Es gelang ihm mit einem von ihm erfundenen, hier später zu beschreibenden Apparat, durch den ein Gleichstrom 100—160 mal in der Sekunde unterbrochen wird, bei Tieren die Großhirntätigkeit voll-

ständig auszuschalten, ohne daß die in der Medulla oblongata gelegenen lebenswichtigen Zentren beeinflußt würden und so Tiere in einen narkoseähnlichen Zustand zu versetzen. Die positive Elektrode wird nach Leduc in der Lendengegend am Rücken, die negative an der Stirn aufgesetzt. Das Erwachen aus dem „elektrischen Schlaf", wie Verfasser den Zustand nennt, ist von keinen unangenehmen Empfindungen begleitet. Die Tiere sind frisch und munter. Operationen können dem Anscheine nach unter vollständiger Anästhesie ausgeführt werden.

Ein Jahr später hat Leduc (7, 8, 9) unter Leitung seiner Kollegen die elektrische Narkose an sich selbst ausprobiert. Er ließ einen Strom, der bis zu 30 Volt und zu einer Intensität von 4 MA. allmählich gesteigert wurde und der durch eine Unterbrechervorrichtung etwa 100—160 mal in der Sekunde unterbrochen und geschlossen wurde, bis zu 20 Minuten durch seinen Kopf und Körper passieren. Er erreichte dieses dadurch, daß er die eine Elektrode auf die Stirn, die andere auf die untere Hälfte des Rückens plazierte. Zuerst wurde nach unangenehmen Empfindungen in der Haut und leichten Kontraktionen der Hals- und Gesichtsmuskulatur eine Hemmung der Sprachzentren und anschließend der motorischen Zentren beobachtet. Jede Reaktion, auch auf die schmerzhaftesten Reize, war unmöglich, der Verkehr mit der Umgebung aufgehoben. Die Extremitäten waren dabei nicht straff, der Puls blieb unverändert, die Atmung war etwas behindert. Wenn der Strom das Maximum erreicht hat, so hört man noch nach Leduc wie im Traum die Gespräche der Umgebung, das Bewußtsein der Aufhebung des Verkehrs mit ihr ist deutlich, Hautreize werden wie solche an einem tiefeingeschlafenen Gliede empfunden. Nun sagt Leduc selbst: „Trotzdem war ich immer genügend bei Bewußtsein und bedauerte, daß die Kollegen den Strom nicht bis zur völligen Hemmung steigerten." Bei einem zweiten Versuch, bei dem die Spannung größer war, blieb der Autor dennoch vollständig bei Bewußtsein, und die Kollegen steigerten den Strom nicht, weil sie den Eindruck hatten, daß Leduc in völliger Narkose sei, da er auf keine Reize reagierte. Nach Unterbrechung des Stromes tritt, wie Leduc weiter angibt, das Erwachen unverzüglich ein. Es ist von keinen unangeneh-

men Empfindungen begleitet, sondern ist eine Empfindung von Behagen und körperlicher Frische.

Über einen Versuch, den Leduc an einem Hund ausgeführt hat, berichtet L. Mann (10): „Wenn man die elektromotorische Kraft im Stromkreis rasch steigert, treten am ganzen Körper allgemeine krampfartige Muskelbewegungen auf. Der Hund fällt auf die Seite, die Atmung steht still. Dann wurde der Strom nachgelassen, bis sich die Atmung wieder einstellte. Bei einer bestimmten Stromstärke verblieb das Tier in einem ruhigen und regelmäßigen Schlaf mit vollkommen gleichmäßiger Atmung und normalem Herzschlag, während nur die Gehirntätigkeit völlig unterdrückt war." Die Sensibilität des Tieres war aufgehoben. L. Mann folgert hieraus: der Versuch beweise, daß man durch elektrische Ströme ohne wahrnehmbares Schmerzgefühl die Tätigkeit des Gehirns völlig zum Stillstand bringen kann, ohne daß die Bewegungen der Atmung und des Blutkreislaufes beeinträchtigt werden.

Die Anwendung gerade des unterbrochenen Gleichstroms liegt, wie H. von Boruttau (3) anführt, darin begründet, daß bei ununterbrochenem Strome mit der Dauer des Fließens seine Stärke durch Polarisationsvorgänge abnehmen, eventuell auch die elektromotorischen Wirkungen sich vermindern können. Tuffier [(7) bei Leduc] will an Hand von Versuchen an 7 Hunden, die wiederholt anästhesiert wurden, und von denen er einen sogar mehrmals operierte, darlegen, daß der elektrische Strom nach Leduc ein „Narkotikum ersten Ranges" sei. Nach ihm stehen die Tiere nach schweren Operationen, die im allgemeinen einen erheblichen Schock hervorrufen, augenblicklich auf und können bereits 5 Minuten nach der Operation gehen und laufen. Der Verfasser wendet bei der bis zu 2 Stunden und 5 Minuten dauernden Narkose eine Stromstärke von 4,5 MA. an, nur in einem Fall wurde sie auf 6,5 MA. erhöht. Er sagt, daß er bei seinen Versuchen 40 MA. erreicht habe, ohne Herzstillstand herbeizuführen, bemerkt aber dazu merkwürdigerweise: „Diese Intensität ist 3mal stärker als die, die den Schlaf bewirkt", was sich in keiner Weise mit der oben angegebenen Stromintensität deckt. Nach ihm, wie auch nach Leduc, zeigen die Tiere keine unangenehmen Erinnerungen, sie geben sich vielmehr auch ein zweites

und drittes Mal ohne sichtlichen Widerwillen zu den Versuchen her. Daher wird gefolgert, daß die Sensibilität während der Operation zweifellos aufgehoben ist, und die Möglichkeit einer Kurarisation statt einer Anästhesierung nicht besteht. Ohne an der elektrischen Narkose einen kritischen Punkt zu finden, schließt Verfasser dennoch mit dem skeptischen Satze: „Wir glauben, daß die augenblicklichen Maßnahmen modifiziert werden oder von einem anderen Anästhetikum, z. B. Morphium oder Chloralhydrat, unterstützt werden müssen."

Schließlich hat F. Nagelschmidt 1912 (15) dieselbe Frage bearbeitet. Er hat mit einem Apparat, der dem Unterbrecher zur Erzeugung des Leducschen intermittierenden Gleichstroms ähnlich ist, mit dem Unterschied, daß er den Gleichstrom transformiert, einen neuen schlaferzeugenden Strom erzeugt. Bei diesem unterbrochenen und transformierten Strom ist die Empfindung milder als beim faradischen Strome, hat aber je nach Stromstärke deutliche Beimischung, und zwar abwechselnd von Kälte- und Hitzegefühl. Bei der angewandten minimalen Stromstärke ist selbstverständlich weder eine Abkühlung, noch eine Erwärmung vorhanden. Die anderen Wirkungen sollen denen des unterbrochenen Gleichstroms nach Leduc ähnlich oder mit ihnen identisch sein. Max Cohn (4) glaubt, daß der transformierte Gleichstrom nach Nagelschmidt sich von dem Leducschen Gleichstrom in seiner Wirkung durchaus nicht unterscheidet. Nach ihm ist es nicht möglich, mit diesen Strömen beim Menschen Narkosen zu machen. Er sagt: „Wir sind nicht darüber aufgeklärt, was wir eigentlich beim Tier machen, wenn wir die faszinierende Erscheinung hervorrufen, ein Tier angeblich zu töten und wieder lebendig zu machen." Er will diese Narkose als einen Krampfzustand sämtlicher Muskeln erklärt wissen, wobei das Tier gehindert ist, Abwehrbewegungen vorzunehmen oder seine Schmerzen durch Schreien kenntlich zu machen.

In neuester Zeit wird die zeitweilig in völliges Vergessen geratene Elektronarkose wieder viel bearbeitet. So hat Lieben-Prag [vgl. Müller (13) sowie persönliche Mitteilungen an Geheimrat Prof. Dr. Mayr] neuerdings auf ihre Anwendbarkeit zur Einleitung einer humanen Tö-

tung der Schlachttiere aufmerksam gemacht. Er glaubt damit eine zuverlässige Betäubungsart vor dem Schächtschnitte gefunden zu haben.

Müller-München (13, 14) wandte das Leducsche Verfahren bei Schlachttieren an. Die von ihm und Oberingenieur Weinberger durchgeführten Versuche ergaben die Möglichkeit, mit Hilfe des Leducschen Stromes die Schlachttiere momentan bewußtlos zu machen. Bei einer 30—60 Sekunden anhaltenden derartigen elektrischen Betäubung zeigten sich die Tiere auch nach dem Ausschalten des Stromes noch hinreichend lange Zeit bewußtlos und gefühllos, um die Schlachtung, sei es durch Bruststich oder Halsschnitt („Schächtschnitt") noch reaktionslos vornehmen zu können; ja, die Nachwirkung war noch so, daß die Betäubung durch den elektrischen Strom unmerklich in die anämische Bewußtlosigkeit überging. Die Modifikation von Müller-Weinberger beruht also in der Erzielung einer momentan voll einsetzenden Bewußtlosigkeit unter Umgehung des bei langsamem Einführen von Strom nach Leduc zu erwartenden Exzitationsstadiums, sowie in der nachhaltenden Wirkung nach Stromausschaltung. Ein zuverlässiger Indikator für die genügende Stärke des Leducschen Stromes ist nach Müller in dem Elektrospasmus der Muskulatur gegeben. Wenn man nur bis zur Schwelle des einsetzenden Elektrospasmus der Muskulatur geht, so werde wohl nur ein schlafähnlicher, bewußtloser Zustand erzielt, aus dem das Tier bei Ausschalten des Stromes aber sofort wieder erwache.

Es sei hier noch bemerkt, daß an der Münchener Chirurgischen Universitäts-Tierklinik (Hundespital) im Jahre 1908/09 von dem Vorstand der Anstalt Geheimrat Prof. Dr. Mayr und dessen Assistenten, dem jetzigen Obertierarzt Dr. Wenger, schon Versuche mit dem Leducschen Apparat bei Hunden vorgenommen worden sind. Dieselben bewegten sich in einer anderen Richtung (Erzielung einer lokalen Schmerzausschaltung). Sie wurden aber wegen nicht befriedigender Resultate wieder aufgegeben.

Literaturzusammenfassung.

Aus den obigen Arbeiten über dieses Gebiet ergibt sich nach den verschiedenen Autoren folgendes:

Die Wirkungen des elektrischen Stromes bei der Narkose will St. Leduc (7, 8, 9) als eine völlige Ausschaltung der Hirntätigkeit erklärt wissen, ohne daß gleichzeitig auch die Zentren des verlängerten Marks außer Funktion kommen. Er bemerkt aber, daß er bei der elektrischen Narkose an sich selbst bei völligem Bewußtsein war, was er offenbar darauf zurückführt, daß seine Kollegen den Strom nicht genügend gesteigert hätten. Demgegenüber betont Max Cohn (4), daß es sich bei der elektrischen Narkose nach Nagelschmidt (16), die sich grundsätzlich von der nach Leduc nicht unterscheidet, um einen Krampfzustand aller Muskeln handelt. Boruttau (3) glaubt in einer allgemeinen Abhandlung über die elektrische Narkose nach Leduc, daß dabei sämtliche nervösen Zentren erregt würden, so daß jede Assoziationserregung gegenüber Erregungen von außen unterschwellig bleibt. Er vergleicht diese Bewußtlosigkeit mit dem epileptischen Anfall: „Jeder Ruck macht Zuckung oder epileptiforme Krämpfe, zu hohe Steigerung der Spannung bringt die Atmung, eventuell das Herz zum Stillstand. Ferner ist soviel von der Empfindung, von der Muskelsteifigkeit die Rede, daß, wie schon angedeutet, es zweifelhaft erscheint, daß hier rein elektromotorische Hemmungen im Spiele sind. Daneben mag ein in Kontraktur übergehender Muskeltetanus eine Rolle spielen.“ Er rät daher von der elektrischen Narkose ab. Nicht soweit in der Ablehnung geht Tuffier (7). Derselbe will die elektrische Narkose durch Morphium oder Chloroform ergänzt wissen. Schließlich hat Müller (13) festgestellt, daß bei genügender Stärke das Elektrospasmus auch nach Ausschaltung des Stromes die Tiere einige Zeit in Anästhesie verharren.

Aus Vorstehendem ersieht man, daß die Autoren über das Wesen des elektrischen Narkosezustandes nicht sicher und nicht einig sind.

Um der Beantwortung der Frage näherzukommen, ist es demnach angezeigt, auf Grund von systematischen Versuchen an Tieren sowohl die Art der Wirkung des unterbrochenen Gleichstromes nach Leduc als auch die Brauchbarkeit des Verfahrens für die (tierärztliche) Praxis zu prüfen und zu beurteilen. Zunächst kämen in dieser Hinsicht die Hunde in Betracht.

* * *

Auf Anregung des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Mayr habe ich mich der Aufgabe unterzogen, die elektrische Narkose nach Leduc auf ihre Brauchbarkeit speziell bei Hunden zu prüfen.

Eigene Versuche.

I. Beschreibung des an der chirurgischen Tierklinik bei meinen Versuchen angewandten Apparates.

(Schematische Zeichnung am Schlusse.)

Derselbe wurde nach den Angaben von Leduc (7) zusammengestellt.

Der Leduc-Unterbrecher besteht aus zwei Teilen:

a) aus einer Walze oder einem Zylinder, dessen Mantel mit Segmenten aus leitendem Metall belegt ist; die Metallplatten müssen unter sich isoliert sein; die Breite der Metallsegmente verhält sich zur Breite der Isolierstreifen etwa wie 12:1; das Ganze sieht aus wie ein Kollektor, nur mit dem Unterschied, daß die Metallsegmente eine breite Oberfläche haben;

b) aus zwei Kollektorbürsten oder -kohlen, die erstens auf den Metallplatten leitend aufliegen, zweitens gegenseitig isoliert und drittens gegeneinander, d.h. in ihrem gegenseitigen Abstand, verschieblich sind.

Die Anwendung ist im allgemeinen folgende: Die Unterbrecherwalze muß rotieren und zwar mit variabler Umdrehungszahl, bis zu 2000 Touren in der Minute. Zu diesem Zweck wird sie auf die Achse eines geeigneten Motors montiert oder durch Transmission mit einem Motor verbunden. Zum Motorbetrieb braucht man eine Stromabnahmestelle.

Den zwei Kollektorkohlen wird aus einem anderen Stromkreis Gleichstrom zugeführt. Dieser muß mit Hilfe eines Rheostaten von 10 bis zirka 60 Volt Spannung regulierbar sein. Je näher die Abnahmekohlen beieinander stehen, desto kleiner ist die Stromschlußdauer im Verhältnis zu der Stromöffnungsdauer. Die geeignete Entfernung, die ungefähr ein Verhältnis 1:10 ergibt, was schon Leduc festgestellt hat, läßt sich leicht ausproben.

Die Firma Siemens-Reiniger-Veifa hat einen Unterbrecher konstruiert, der auf die Pantostatachse montiert werden kann. Der Pantostatmotor ist in der Umdrehungs-

geschwindigkeit regulierbar. Er gibt gleichzeitig Gleichstrom ab, dessen Spannung abhängig ist von der Motorgeschwindigkeit und der Rheostateinstellung. Einer bestimmten Geschwindigkeit der Motorwelle entspricht eine gewisse Höchstspannung. Da die Unterbrechergeschwindigkeit demnach zwangsläufig je nach Einstellung nur eine beschränkte Spannung zuläßt, wird der Leduc-Unterbrecher neuerdings mit eigenem Motor geliefert, so daß dann der Pantostat nur für die Gleichstromspeisung dient.

Ein Unterbrechermodell, das uns um relativ billigen Preis ein hiesiger Mechaniker lieferte, leistet die gleichen Dienste. Den Spannungswiderstand kann man sich ebenfalls billig beschaffen.

Wird der Gleichstrom nicht aus dem Pantostat bezogen, so kann er aus einem Gleichstromnetz entnommen werden. Natürlich ist dann die Zwischenschaltung eines geeigneten Widerstandes nötig. Bei Entnahme von Netzstrom ist auf die Gefahr des Erdschlusses zu achten.

II. Narkoseversuche.

Die Tiere wurden zwecks Ausführung der Versuche in der Regel auf den Operationstisch gelegt und hier wie für Operationszwecke befestigt. Die Stirn und der Rücken in der Nierengegend wurden angefeuchtet (Salzlösung oder schwache Lugollösung) und so leitend gemacht. An diesen Stellen wurden die mit Handgriff versehenen Plattenelektroden von Gehilfen aufgedrückt oder mit einer elastischen Binde befestigt. Bei späteren Versuchen wurden wegen ihrer Handlichkeit Metallklemmen nach dem Prinzip der Herfschen Klammern auf eine angefeuchtete Hautfalte an der Stirn und in der Kreuzgegend aufgeklemmt. Die Berührungsfläche der Metallklammern ist wesentlich kleiner als die der Plattenelektroden, eine merkliche Änderung in der Wirkung ist nicht zu verzeichnen. Als Nachteil ergab sich, daß die scharfen Metallenden leicht Rost ansetzen, weshalb dieselben besser aus rostfreiem Stahl bestehen sollen.

Zu den Versuchen waren außer der Kontrollperson zwei Gehilfen nötig.

Die Versuche sind nicht chronologisch, sondern dem Versuchszweck entsprechend zusammengestellt.

Versuch 1.

Schäferhund, männlich, grau, 1 Jahr. Allgemeinbefinden gut, Ernährungszustand mittelmäßig, Temperament lebhaft. Körpergewicht 22 kg.

10 Uhr 05 Min. Puls 90, kräftig, leicht arrhythmisch, 10 Atemzüge in der Minute, Temperatur 38,2.

10 Uhr 10 Min. Der Strom wird ganz langsam eingeschaltet und allmählich verstärkt. Das Tier macht dabei heftige Abwehrbewegungen und gibt Angsttöne von sich.

10 Uhr 12 Min. = 2 Min. Das Tier jammert, sonst bleibt das Bild unverändert. Es ist noch nicht Höchstspannung eingeschaltet.

10 Uhr 15 Min. = 5 Min. 30 Volt. und 3,2 MA. Es tritt ein allgemeiner Krampf ein. Das Tier liegt in Sägebockstellung; der Kopf ist gestreckt. Es wird Kot und Harn ausgepreßt.

10 Uhr 17 Min. = 7 Min. 28 Volt. 3,0 MA. Der krampfartige Zustand hat nachgelassen, die Muskulatur fühlt sich etwas hart an, die Augen sind offen. Lidbindehaut ist cyanotisch. Die membrana nictitans ist vorgefallen. Die Zunge hochgradig blaurot verfärbt. Es sind immer wieder Extremitätenbewegungen und leichte Zuckungen zu sehen.

10 Uhr 20 Min. = 10 Min. 27 Volt, 2,9 MA. Extremitätenbewegungen dauern an. Die Muskulatur fühlt sich normal an. Die Nickhaut ist nicht vorgefallen. Kornealreflex ist positiv. Es wird ausgeschaltet: das Tier erwacht sofort, springt vom Tisch und ist sehr frisch und lebhaft.

Versuch 2.

Wachtelspitz, weibl., weißgelb ca. 2½ Jahre. Allgemeinbefinden gut. Ernährungszustand sehr gut. P. 80, mittelkräftig, leicht arrhythmisch. A. 20, T. 37,6, Gewicht 15 kg.

3 Uhr 45 Min. Das Einschalten erfolgt von der tiefstmöglichen Spannung an, der Strom wird vorsichtig verstärkt. Sehr heftiges Excitationsstadium, sodaß das Tier vom Wärter schwer gehalten werden kann.

3 Uhr 50 Min. = 5 Min. Verstärkung auf 45 Volt, 4,7 MA. Das Tier liegt in Opistotonusstellung, die Extremitäten krampfhaft gestreckt, preßt Kot und Harn ab. Muskulatur fühlt sich bretthart an.

3 Uhr 52 Min. = 7 Min. Abschwächung auf 43 Volt, 4,5 MA. Die Extremitäten gestreckt, sonst liegt das Tier normal. Die Muskulatur fühlt sich etwas hart an. Lidbindehaut und Zunge cyanotisch, Maulschleimhaut gerötet, Kiefer aufeinandergepreßt, das Tier stöhnt, gelegentlich schnellende, fast rhythmische Bewegungen mit allen Pfoten (keine Laufbewegungen), leichte Muskelzuckungen.

3 Uhr 55 Min. = 10 Min. P. 80, A. 20, angestrengt. T. 38,5. Gleich nach Stromöffnung erwacht das Tier, bleibt aber liegen. Auf die Beine gestellt zeigt es schwankenden Gang. Diese Nachwirkung verschwindet schnell.

6 Uhr = 2 Std. 15 Min. Tier ist munter, Futter- und Getränkaufnahme gut.

Die Versuche 1 und 2 ergeben:

a) bei langsamer Stromerhöhung, die innerhalb von fünf Minuten bis zur scheinbaren Bewußtlosigkeit gesteigert wurde, herrscht ein sehr stürmisches, für die Anwendung zu Narkosen unbedingt verwerfliches Exzitationsstadium;

b) durch die Stromeinschaltung erfolgt ein Krampf (Spasmus) der Extremitätenmuskeln, der Kiefermuskeln (Trismus), der Bauchpresse (Harn- und Kotdrang);

c) in diesem Krampfzustand war auf mechanische Reize eine Reaktion nicht möglich bezw. nicht ersichtlich.

Anmerkung: Die Beurteilung der Temperatur, die Veränderung der Atmung. die Beeinflussung des Sensoriums kommt in anderen Versuchsgruppen zur Geltung.

Nachdem also die ersten Versuche gezeigt haben, daß ein langsames Steigen des Stromes nicht brauchbar ist, galt es zu eruieren, ob nicht schnellere Stromsteigerung zur Erzielung einer brauchbareren Narkose zweckmäßig sei. Es sollen in dieser Versuchsreihe die augenfällig zur Beobachtung kommenden Erscheinungen Würdigung finden.

Versuch 3.

Vorstehhund, männl. getigert. ca. 3 J. Allgemeinbefinden gut, das Tier ist sehr lebhaft und munter. Ernährungszustand gut.

3 Uhr 15 Min. P. 280, krättig, rhythmisch, A. 18, T. 38,2, Gewicht 30,4 kg.

3 Uhr 25 Min. Während des wenige Sekunden dauernden Einschaltens macht das Tier Abwehrbewegungen. Bei 4,6 MA. bleibt es, den Kopf und die Extremitäten krampfhaft gestreckt, ruhig liegen. Setzt spontan Kot und Harn ab. Muskelzuckungen. Die Gelenke lassen sich nur unter Kraftaufbietung abbiegen. Der krampfartige Zustand läßt bei 4,2 MA. nach. Die Muskulatur fühlt sich etwas hart an. Mit jedem Atemzug ist ein Stöhnen hörbar. Die Sensibilität scheint aufgehoben zu sein. So reagiert das Tier auf Kneifen und Nadelstich nicht. Augen geschlossen, Kornealreflex ist negativ. Conj. stark cyanotisch, die Nickhaut ist vorgefallen, Kiefer aufeinandergepreßt, Zunge schmutzig rot.

3 Uhr 30 Min. = 5 Min. P. 70, A. 30, T. 38,9. Das Tier ist bei Stromöffnung gleich wach, auf den Boden gestellt zeigt es frischen Blick, ist munter, nimmt Geräusche wahr und achtet auf die Vorgänge in der Umgebung.

6 Uhr. Tier ist munter, Futter- und Getränkaufnahe normal.

Der Versuch zeigt, daß bei rascher Stromsteigerung das Exzitationsstadium verkürzt wird, daß die angewandte Spannung und Stromstärke einen leichten Muskelkrampf erzeugen. Das Tier ist dabei anscheinend empfindungslos. Doch ist der „Schlaf" durch Muskelzuckungen gestört. Die Sensibilität, die durch Nadelstich in dem Zwischenzehenspalt, Lefzen, Schwanz geprüft wird, scheint aufgehoben, das Tier reagiert auf mechanische Reize in keiner Weise. Es besteht venöse Hyperämie, Maulsperre. Der Puls zeigt Schwankungen. Die Atmung ist angestrengt und steigt etwas an. Die Temperatur geht bedeutend hinauf. Das Erwachen fällt mit der Stromöffnung zusammen und ist von keinen unangenehmen Folgen für das Allgemeinbefinden begleitet.

Versuch 4.

Vorstehhund. männl., getigert, ca. 7 J. Allgemeinbefinden gut, Ernährungszustand sehr gut, P. 98, leicht arrhythmisch, A. 22, T. 38, Gew. 34,5 kg.

11 Uhr 15 Min. Während des Einschaltens macht das Tier Abwehrbewegungen und läßt ein ängstliches Bellen hören. Bei 4,2 MA. liegt es in Tetanusstellung. Augenlider krampfhaft geschlossen. Die Muskulatur fühlt sich bretthart an. Kot und Harn werden entleert. Puls ist sehr kräftig, der Hund sucht in schnappenden Bewegungen nach Luft. 3,8 MA.: die Füße gestreckt, die Gelenke erschwert abbiegbar, sonst liegt das Tier normal. Sensibilität scheint aufgehoben zu sein. Kornealreflex ist negativ, Lidbindehaut cyanotisch. Das dritte Augenlid bedeckt den Augapfel. Mundschleimhaut gerötet. Zunge schmutzig rot. Aus der Nase fließt eine seröse klare Flüssigkeit. Stöhnen ist hörbar. Sehen und Hören ausgeschaltet.

11 Uhr 20 Min. = 5 Min. P. 106, A. ist angestrengt, Frequenz 26, T. 39. Nach Ausschalten erhebt das Tier den Kopf und blickt um sich, bleibt aber liegen. Sensibilität scheint aufgehoben. Auf die Füße gestellt knickt das Tier in der Hinterhand zusammen. Dieser Schwächezustand klingt schnell ab. Das Tier macht einen ängstlichen, im Gehen einen berauschten Eindruck, drängt aus dem Versuchsraum hinaus. In den Stall eingesperrt legt es sich. Hechelt.

12 Uhr 30 Min. = 1 Std. 10 Min. später. Das Tier ist munter. Futter- und Getränkaufnahme gut, alle Nachwirkungen verschwunden.

Aus diesem Versuch läßt sich schließen, daß das Tier nach Stromöffnen trotz scheinbar aufgehobener Sensibilität sich bewegen kann und bei Bewußtsein zu sein scheint.

Versuch 5.

Schnauz, männl., weißgrau, 4 J. Das Tier zeigt nichts krankhaftes, ist sehr lebhaft und munter. Ernährungszustand gut. Gewicht 22,7 kg.

10 Uhr 15 Min. P. 90, kräftig, gleichmäßig und rhythmisch, A. 16, T. 37,9.

10 Uhr 25 Min. Bei Stromeinschaltung und rascher Steigerung macht das Tier Fluchtversuche und stöhnt. 5,5 MA. sich stark bauchwärtskrümmend, setzt es Harn und Kot ab. Gelenksabbiegung ist nicht besonders erschwert. Die Muskulatur fühlt sich etwas hart an. Kiefer aufeinandergepreßt. Die Augen werden nicht geschlossen, Nickhaut ist vorgefallen, Lidbindehaut ist jetzt bläulichrot, Zunge und Maulschleimhaut gerötet. A. ist angestrengt, aus der Nase wird eine klare, seröse Flüssigkeit ausgeschieden, Sensibilität herabgesetzt, der Hund reagiert auf Nadelstiche durch eine leichte zuckende Bewegung. Kornealreflex positiv.

10 Uhr 35 Min. P. 90, A. 16, T. 39,5. Bei Stromöffnung springt der Hund vom Tisch, ist sehr lebhaft und zum Spielen aufgelegt.

12 Uhr. Tier ist munter, Futter- und Getränkaufnahme gut.

Nach diesem Versuch ist die Sensibilität trotz solcher elektrischer Strommengen, wie sie bei den vorhergehenden Versuchen als hochwirksam angewandt wurden, um einen starken Krampf und völlige Empfindungslosigkeit hervorzurufen, nicht vollständig aufgehoben.

Ein Vergleich zwischen den vorgehenden Versuchen mit dem jetzigen berechtigt ferner zu der Annahme, daß in der Empfindlichkeit gegenüber dem elektrischen Strom nach Leduc eine individuelle Verschiedenheit besteht.

Versuch 6.

Deutscher rauhh. Vorstehhund, männl., grau, halbjährig, Allgemeinbefinden gut, das Tier ist nicht besonders kräftig, zeigt ängstliches Benehmen. Körpergew. 23,3 kg.

3 Uhr 15 Min. P. 130, arrhythmisch, A. 24, T. 38,5.

3 Uhr 25 Min. Bei Stromschluß macht das Tier sekundenlang Abwehrbewegungen. 2,5 MA. erzeugen einen starken krampfartigen Zustand. Kot und Harn werden abgesetzt. Bei 2,0 MA. berühren sich die Extremitäten, der Krampf hat offenbar nachgelassen, die Muskulatur ist schlaffer.

3 Uhr 30 Min. = 5 Min. Die A. ist angestrengt, Frequenz 38, P. 140, T. 39,6. Nickhaut vorgefallen, Lidbindehaut cyanotisch, Maulschleimhaut vermehrt gerötet, Zunge blaurot. Aus den Nasenöffnungen fließt etwas einer klaren, serösen Flüssigkeit. Keine Reaktion auf Nadelstiche. Kornealreflex negativ.

3 Uhr 35 Min. = 10 Min. P. 140, A. 36. T. 40,2, keine wesentlich neuen Erscheinungen, der Strom wird ausgeschaltet, das Tier bleibt liegen, reagiert auf Kneifen und Nadelstiche nicht.

3 Uhr 40 Min. = 5 Min. (nach Ausschaltung). P. 136, das Tier atmet tiefer, aber noch immer angestrengt, 36 mal in der Minute. Sensibilität aufgehoben.

3 Uhr 45 Min. = 10 Min P. 136, A. 36, ruhiger, Sensibilität aufgehoben.

3 Uhr 55 Min. = 20 Min. P. 132, A. 32, Sensibilität stark vermindert, aber feststellbar.

4 Uhr 5 Min. = 30 Min. P. 130, A. 28, Sensibilität vermindert.

4 Uhr 20 Min. = 45 Min. P. 130, A. 28, das Tier liegt noch immer Reagiert auf Nadelstich deutlich. Auf die Beine gestellt zeigt es schwankenden Gang.

6 Uhr. Tier ist munter. Futter- und Getränkaufnahme gut.

Der Versuch zeigt, daß das Tier schon mit geringer Stromintensität in Narkosezustand verfällt, daß es sich in 40 Minuten aus der 10 Minuten langen elektrischen Narkose nicht erholt. Das Empfinden gegen mechanische Reize ist auch nach Stromausschaltung 20 Minuten lang aufgehoben und weitere 20 vermindert. Trotz der langen Nachwirkung bleibt der Gesundheitszustand unverändert.

Wir dürfen also wieder feststellen, daß die elektrische Narkose nach L e d u c die Tiere individuell beeinflußt. Während der Hund des vorigen Versuches (Nr. 5) sich gleich erholt, bleibt das Tier dieses Versuches längere Zeit schlapp. Dabei darf allerdings auf den ziemlich schlechten Nährzustand dieses Tieres hingewiesen werden.

Versuch 7.

Fox, männl., weißschwarz, ca. 3 J. Allgemeinbefinden gut, Temp. lebhaft, Ernährungszustand gut. Gew. 14,5 kg.

3 Uhr 05 Min. P. 110, mittelkräftig, A. 30, T. 37,8, auf Kneifen und Nadelstiche in den Zwischenzehenspalt reagiert das Tier.

3 Uhr 15 Min. Im Moment des Stromschlusses schreit das Tier auf, macht Abwehrbewegungen. Bei 4,5 MA. wird es in heftigen Streckkrampf versetzt. Die Muskulatur fühlt sich hart an. Harn und Kot werden abgepreßt. Der Strom wird auf 4,3 MA. abgeschwächt. Die Opistotonusstellung verschwindet, die abnorme Extremitätenhaltung bleibt. Lidbindehaut cyanotisch, die Pupillen sind erweitert. Die Zunge ist blaurot, die Mundschleimhaut vermehrt gerötet.

3 Uhr 20 Min = 5 Min. Die Muskulatur ist schlaffer geworden. A. 28, P. 106, T. 38,4. Es sind Muskelzuckungen wahrnehmbar. Die Sensibilität scheint aufgehoben. Hochfrequenzfunken rufen Reflexbewegungen hervor.

3 Uhr 25 Min. = 10 Min. A. 28, angestrengt, P. 104, T. 38,9. Im Schlaf macht der Hund leichte zuckende Bewegungen. Kornealreflex negativ, Sensibilität nicht nachweisbar.

3 Uhr 30 Min. = 15 Min. A. 38, P. 110, T. 39,5. Muskulatur hat normalen Spannungsgrad. Kornealreflex negativ.

3 Uhr 35 Min. = 20 Min. A. 26, P. 110, T. 39,9. Reflexbewegungen. Sensibilität aufgehoben.

3 Uhr 45 Min. = 30 Min. A. 24, angestrengt, P. 112, T. 40,2. Sensibilität aufgehoben, aber Kornealreflex positiv.

3 Uhr 55 Min. = 40 Min. 4,5 MA. Der ganze Körper macht einige Zuckungen, A. 24, P. 116, T. 40,4.

4 Uhr 05 Min. = 60 Min. A. 22, P. 116, T. 40,4 Sensibilität ist aufgehoben, Kornealreflex negativ. Nach Ausschaltung steht das Tier gleich auf, zeigt nichts Abnormales.

6 Uhr. Das Tier ist munter, Futter- und Getränkaufnahme gut. T. 38.0.

Als neues Moment zeigt dieser Versuch, daß Reaktion auf mechanische Reize zwar nicht stattfindet, dagegen wird der Kornealreflex, der anfangs negativ ist, nach 20 Minuten positiv, ohne daß der elektrische Strom irgendwie geändert wird. Es tritt offenbar eine „Gewöhnung" ein. Durch elektrische Reize werden Reflexbewegungen ausgelöst. Die Atmung ist von 30 auf 20 heruntergegangen.

Versuch 8.

Pinsch, weibl. schwarz, ca. 6 J. Allgemeinbefinden gut, Temp. phlegmatisch. Ernährungszustand: fett. Körpergew. 14,5 kg.

9 Uhr 10 Min. T. 38,6, P. 78, A. 36.

9 Uhr 15 Min. 3,0 MA. Heftiger Streckkrampf, Kot und Harn werden spontan abgepreßt. Bei 2,7 MA. fühlt sich die Muskulatur normal an, die Augen sind offen, die Pupille erweitert. Lidbindehaut ist gerötet mit einem Stich ins Blaue. Zunge und Maulschleimhaut sind gerötet. Muskelzuckungen, Sensibilität aufgehoben. Kornealreflex positiv.

9 Uhr 25 Min = 10 Min. T. 40,1, P. 70, sehr kräftig, A. 30, angestrengt. Muskelzuckungen, Kornealreflex positiv, auf Kneifen und Nadelstich reagiert das Tier nicht.

9 Uhr 35 Min. = 20 Min. T. 40,1, P. 70, sehr kräftig, A. 24, angestrengt. Hochfrequenzfunken bedingen Reflexbewegungen, Sensibilität gegen mechanische Reize aufgehoben. Pupille gleichmäßig erweitert.

9 Uhr 45 Min. = 30 Min. T. 40,5 P. 82, leicht unregelmäßig A. 24. Der Zustand ist durch Bewegungen getrübt.

9 Uhr 50 Min. = 35 Min. T. 40,5, P. 82, A. 24, Muskelzuckungen. nach Stromunterbrechung erwacht das Tier gleich, bleibt aber ruhig liegen. Auf die Beine gestellt zeigt es geringe Schwäche in der Nachhand.

10 Uhr = 10 Min. (nach Stromöffnung), das Tier ist munter, Bewegungen sind physiologisch. T. 40,1, P. 82, A. ist nicht zählbar, das Tier hechelt.

10 Uhr 20 Min. T. 39,5, P. 80, das Tier hechelt.

10 Uhr 35 Min. T. 39,4, P. 80, A. 34.

10 Uhr 50 Min. T. 39,1, P. 80, A. 32.

11 Uhr 05 Min. T. 38,8, P. 80, A. 32.

11 Uhr 20 Min. T. 38,8, P. 80, A. 32.

Dieser Versuch Nr. 8 ist als Vergleich und Ergänzung zu den vorausgehenden Versuchen gedacht gewesen. Als besonderes, vielleicht zufälliges Moment sehen wir hier, daß während der Narkose der Kornealreflex positiv ist, ohne daß das Tier auf Nadelstiche und Kneifen reagiert. Die Temperatur fällt innerhalb von 1 Stunde und 20 Minuten bis zur Norm.

Versuch 9.

Schäferhund, weibl., 1½ Jahre alt. Ernährungszustand gut, Allgemeinbefinden gut, das Tier zeigt keinerlei Erkrankung, Gew. 22 kg.

2 Uhr 55 Min. T. 38,4, P. 90, kräftig, A. 18.

2 Uhr 58 Min. Der Strom wird eingeschaltet. Innerhalb 12 Sek. beträgt die Stromstärke 4,5 MA. Das Tier liegt in Tetanusstellung, preßt Kot ab. Die Augen sind krampfhaft geschlossen, Conj. sind cyanotisch, Zunge schmutzigrot, Maulschleimhaut gerötet.

3 Uhr = 2 Min. 4,0 MA. Tetanusstellung vergeht sofort, Augen offen, T. 38,9 P. 80, A. 18 angestrengt. Sensibilität scheint aufgehoben, Kornealreflex negativ.

3 Uhr 10 Min. = 12 Min. T. 39,5, P. 86, A. 16 angestrengt. Augen offen, Pupille dilatiert, Lidbindehaut cyanotisch, Kornealreflex negativ. Die Zunge ist schmutzigrot, der Zungenrand macht wellenartige Bewegungen. Spontane Muskelzuckungen, trüben den Zustand. Auf Kneifen und Nadelstiche reagiert das Tier nicht.

3 Uhr 20 Min. = 22 Min. T. 40,5, P. 86, A. 16, etwas angestrengt.

3 Uhr 30 Min. = 32 Min. T. 40,5, P. 90, A. 16. Das Tier liegt ruhig. Reagiert auf Nadelstich nicht. Kornealreflex ist positiv. Es verfolgt ein sich bewegendes Tuch mit den Augen.

3 Uhr 35 Min. = 37 Min. Der Strom wird verstärkt, 4,1 MA. T. 40,5, P. 84, A. 14, angestrengt. Augen offen, Pupille dilatiert. Die schmutzig rote Zunge macht wellenartige Bewegungen. Vereinzelte Muskelzuckungen an Extremitäten. Sensibilität scheint aufgehoben. Kornealreflex negativ.

3 Uhr 45 Min. = 47 Min. T. 40,5, P. 84, kräftig, A. 14

4 Uhr = 62 Min. T. 40,5, P. 84, kräftig, A. 14. Kornealreflex negativ, auf Kneifen und Nadelstich reagiert das Tier nicht. Im Moment des Ausschaltens erhebt sich das Tier, kann laufen, Bewegungen sind physiologisch.

4 Uhr 10 Min. = 10 Min. T. 40, P. 88, A. nicht zählbar, das Tier hechelt, Pupille dilatiert.

4 Uhr 20 Min. = 20 Min. T. 39,7, P. 92, A. 30, Pupille noch immer erweitert.

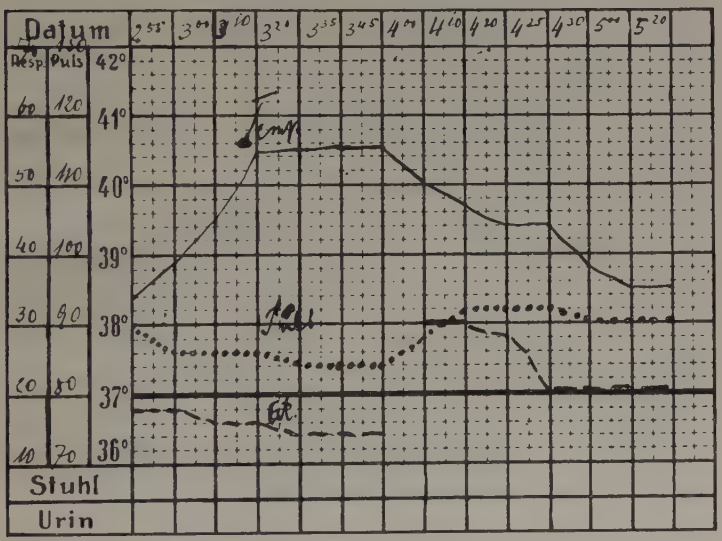
4 Uhr 25 Min. = 25 Min. T. 39,7, P. 92, A. 30. Pupille hat sich verkleinert.

4 Uhr 30 Min. = 30 Min. T. 39,4, P. 92, A. 28. Pupille erscheint normal.

5 Uhr = 60 Min. T. 38,8, P. 90, A. 20.

5 Uhr 20 Min. = 80 Min. T. 38,5, P. 90, A. 20.

Der Versuch zeigt, daß trotz einer 1 Stunde und 20 Minuten dauernden elektrischen Narkose das Allgemeinbefinden des Tieres nicht sichtbar nachteilig beeinflußt wird, daß der Strom nach 35 Minuten verstärkt werden mußte, um den Schlaf gleichmäßig zu erhalten. Der Versuch hat auch ergeben, daß das Tier auch Sehempfindung hat und zwar bei gleichzeitig bestehender Mydriasis. Die Pupille ist in der Narkose erweitert und wird erst 30 Minuten nach



Stromöffnung normal. Während der ganzen Narkose sind an den Extremitäten Muskelzuckungen, an der Zunge feinwellige Bewegungen zu beobachten. Der Puls ist während der Narkose kräftig geworden und etwas gesunken, wie auch die Atmung. Die Temperatur ist um nahezu 2° in der Narkose hinaufgegangen und wird 1 Stunde und 20 Minuten nach Ausschaltung wieder normal.

Versuch 10.

Zwergpinsch, weibl., schwarz, 6 J. Allgemeinbefinden gut, Temp. wenig lebhaft, Ernährungszustand gut. Körpergew. 9,2 kg.

9 Uhr 10 Min. T. 38,6, P. 120, A. 26.

9 Uhr 15 Min. Bei Stromschluß macht das Tier Abwehrbewegungen, setzt Kot und Harn ab. 4 MA. Es kommt plötzlich in heftigen Streckkrampf.

9 Uhr 17 Min. = 2 Min. Schaltung auf 3,3 MA. Muskulatur fühlt sich normal an, Augen offen, Pupille dilatiert. Lidbindehaut schmutzigrot. Kiefer aufeinandergepreßt, Maulschleimhaut und Zunge gerötet. Das Tier stöhnt.

9 Uhr 25 Min. = 10 Min. T. 39,5, P. 124, A. 20 angestrengt. Muskelzuckungen am ganzen Körper, gut ausgeprägt an den Extremitäten. Die Zungenränder machen wellenförmige Bewegungen. Kornealreflex negativ.

9 Uhr 35 Min. = 20 Min. T. 40,3, P. 118, kräftig, A. 18 angestrengt.

9 Uhr 45 Min. = 30 Min. T. 40,8 P. 118, A. 18, Kornealreflex negativ. Bei der Sehprobe wird der Bulbus minimal bewegt. Kornealreflex positiv, Pupille erweitert.

9 Uhr 50 Min. = 35 Min. Der Strom wird und bleibt verstärkt. 3,4 MA. Das Tier kommt für diesen Moment in Streckkrampf.

9 Uhr 55 Min. = 40 Min. T. 40,8, P. 120, A. 18, Kornealreflex negativ. Pupille dilatiert, reagiert nicht.

10 Uhr 05 Min. = 50 Min. T. 40,8, P. 116, A. 16. Nach Ausschaltung bleibt das Tier liegen.

10 Uhr 25 Min. = 70 Min. T. 40,5, P. 118, A. 34. Das Tier sieht, hört, Kornealreflex ist positiv. Pupille dilatiert, reagiert nicht. Sensibilität scheint aufgehoben zu sein.

10 Uhr 30 Min. = 15 Min. T. 40,2, P. 118, A. 34. Sensibilität aufgehoben, das Tier kann sehen, zeigt schwankenden Gang. Pupille ist kleiner geworden, reagiert nicht deutlich.

10 Uhr 35 Min. = 25 Min. T. 39,8, P. 118, A. 30. Sensibilität aufgehoben, das Tier kann sehen, zeigt schwankenden Gang. Pupille reagiert mäßig.

10 Uhr 40 Min. = 30 Min. T. 39,5, P. 118, A. 30. Bewegungen physiologisch, Sensibilität vermindert. Pupille reagiert.

10 Uhr 50 Min. = 40 Min. T. 38,9, P. 120, A. 26. Sensibilität normal.

11 Uhr = 50 Min. T. 38,5, P. 120, A. 26.

11 Uhr 10 Min. = 60 Min. T. 38,5, P. 120, A. 24.

Auch aus diesem Versuch ergibt sich, daß man, um eine gleichmäßige Narkose zu bekommen, den Strom während des Versuches steigern muß. Nach Stromöffnung erwacht das Tier, bleibt aber weitere 25 Minuten empfindungslos. Der Schwächezustand klingt rasch ab. Die Pupille ist während des Versuches dilatiert und reagiert nicht. Erst 15 Minuten nach Stromöffnung wird sie allmählich kleiner und beginnt zu reagieren.

Versuch 11.

Fox., weibl., weißschwarz, ca. 4 J. Allgemeinbefinden gut, Temp. lebhaft. Das Tier zeigt keine Krankheitszeichen. Gew. 10,7 kg.

3 Uhr. T. 38,7, P. 92, A. 20.

3 Uhr 5 Min. Bei dem allmählichen ca. 15 Sek. dauernden Stromverstärken macht das Tier Abwehrbewegungen, schreit auf, preßt Harn und Kot ab. 3,1 MA. versetzen es in Streckkrampf.

3 Uhr 7 Min. = 2 Min. 3,0 MA. Der Krampf hat nachgelassen, die Muskulatur fühlt sich jetzt normal an. Augen offen, Pupille dilatiert. Lidbindehaut cyanotisch, Zunge und Maulschleimhaut schmutzigrot. Sensibilität aufgehoben.

3 Uhr 20 Min. = 15 Min. T. 40, P. 86, A. 20, das Tier liegt ruhig.

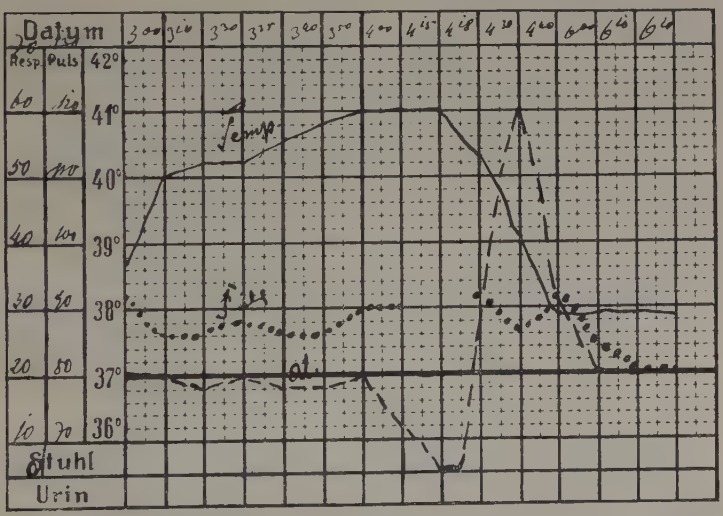
3 Uhr 30 Min. = 25 Min. T. 40,2, P. 86, A. 18. Kornealreflex negativ, Muskelzuckungen.

3 Uhr 35 Min. = 30 Min. T. 40,2, P. 88, A. 20. Kornealreflex positiv, Pupille dilatiert, reagiert nicht. Sensibilität vermindert.

3 Uhr 40 Min. = 35 Min. 3,2 MA. T. 40,5, P. 86, A. 18, Kornealreflex negativ, Muskelzuckungen, das Tier stöhnt.

3 Uhr 50 Min. = 45 Min. T. 40,8, P. 86, A. 18.

4 Uhr = 55 Min. T. 41, P. 90, A. 18, Kornealreflex negativ.



4 Uhr 5 Min. = 60 Min. T. 41, P. 90, A. 20. Kornealreflex positiv. Bei Fallenlassen eines Metallstückes kneift der Hund die Augen minimal zusammen. Auf Nadelstich in den Zwischenzehenspalt reagiert er nicht.

4 Uhr 10 Min. = 65 Min. 3,3 MA. Für einige Sekunden besteht leichter Streckkrampf, Kornealreflex negativ.

4 Uhr 15 Min. = 70 Min. T. 41. P. 90, A. 12 liegt ruhig.

4 Uhr 18 Min. = 73 Min. Die Atmung ist stillgestanden, das Herz ist pochend, schlägt unregelmäßig. Der Strom wird ausgeschaltet. Die Zunge wird vorgezogen und künstliche Atmung eingeleitet. Trotz ca. 2 Min. dauerndem Atemstillstand gelingt es bereits nach 8 künstlichen, rhythmischen Ex- und Inspirationsbewegungen die Atmung wieder herzustellen.

4 Uhr 30 Min. = 12 Min. T. 40,3. P. 92, hechelt, zeigt schwankenden Gang, Pupille dilatiert, Pupillarreflex negativ.

4 Uhr 40 Min. = 22 Min. T. 39,1, P. 86, A. 60.

4 Uhr 50 Min. = 32 Min. T. 38,4, P. 92, A. 36. Zeigt müden Gang, die Pupille hat sich verkleinert und reagiert.

6 Uhr = 42 Min. T. 35,9, P. 92, A. 32.

6 Uhr 10 Min. = 52 Min. T. 37,9, P. 84, A. 22.

6 Uhr 20 Min. = 62 Min. T. 37,9, P. 80, A. 20. Das Tier ist müde.

Nach diesem Versuch wird die Atmung früher ungünstig beeinflußt als die Herztätigkeit. Der Pupillarreflex ist während der Narkose negativ und kommt erst 30 Minuten nach Stromöffnung wieder. Die Atmung fällt von 20 auf 12, nach Stromöffnung steigt sie auf 60 und ist nach 1 Stunde 2 Minuten auf 20 heruntergegangen. Die Temperatur ist um 2,3° hinaufgegangen.

Versuch 12.

Schnauz, männl., grau, ca. 2 J. Das Tier zeigt nichts krankhaftes, ist sehr lebhaft und munter. Gew. 15,3 kg.

10 Uhr 15 Min. T. 38,5, P. 90, kräftig, rhythmisch, gleichmäßig, A. 18.

10 Uhr 20 Min. 6 MA. Das Tier liegt in Opistotonusstellung, preßt Harn und Kot ab. Die Augen sind krampfhaft geschlossen, Lidbindehaut cyanotisch, ebenso Zunge und Maulschleimhaut. Rippenbogen tritt deutlich hervor. T. kann nicht gemessen werden, da der After krampfhaft geschlossen ist. P. 80, sehr kräftig, das Tier macht schnappende Atembewegungen, 12 in der Minute. Ein Atemgeräusch entsteht, wie auch in früheren Versuchen, im Kehlkopf, anscheinend wegen krampfartiger Spannung der Stimmbänder. Bei Auskultation des Lungenfeldes ist Vesiculäratmen nicht zu hören.

10 Uhr 30 Min. = 10 Min. P. 40, sehr kräftig, arrhythmisch, A. 12, seröser Nasenausfluß, wenig Schaum vor dem Mund.

10 Uhr 40 Min. = 20 Min, P. 30. sehr kräftig, A. 24.

10 Uhr 50 Min. = 30 Min. P. 70, mittelkräftig, A. 60, sehr oberflächlich, Augen sind krampfhaft geschlossen, Sensibilität aufgehoben. Elektrische Funken lösen geringgradige Reflexe aus. Der Krampf dauert an.

11 Uhr = 40 Min. P. 94, mittelkräftig, A. 60. Im Moment der Stromöffnung erwacht das Tier, springt auf und zeigt ganz normales Verhalten.

11 Uhr 5 Min. T. 40,6, P. 102, A. 60. Pupillarreflex negativ.

11 Uhr 15 Min. = 55 Min. T. 40,1, P. 98, A. 32.

11 Uhr 25 Min. = 65 Min. T. 39,6, P. 98, A. 28, Pupillarreflex positiv.

11 Uhr 45 Min. = 85 Min. T. 39, P. 94, A. 28.

11 Uhr 55 Min. = 95 Min. T. 38,9, P. 94, A. 24.

12 Uhr = 100 Min. T. 38,7, P. 94, A. 24.

Hier wurden die Erscheinungen beobachtet, die bei andauerndem Streckkrampf auftreten. Dabei ringt das Tier nach Luft, doch ist bei Auskultation des Lungenfeldes nichts

zu hören. Der Hund atmet offenbar luftleer. Der Puls fällt von 90 auf 30, ist hart, arrhythmisch und ungleichmäßig. Nach 40 Minuten steigt er auf 94 und dann nach Stromöffnung auf 102 und fällt allmählich auf 94. Der dauernde Krampfzustand setzt die Atmung von 18 auf 12 herunter, um sie schließlich auf 60 steigen zu lassen, nach Stromöffnung geht sie langsam auf die Norm zurück. Die Temperatur ist um 2,1 ° gestiegen.

Versuch 13.

Schäferhund, männl., schwarzgrau, ca. 5 J. Allgemeinbefinden gut, Temperament lebhaft. Die Augenuntersuchung zeigt nichts Pathologisches. Mit + 4 D. kann man den Augengrund deutlich sehen.

3 Uhr 30 Min. Der Strom wird eingeschaltet. Bei 4,6 MA. bleibt das Tier in Streckkrampf liegen. Die Augen sind offen, die Pupille erweitert. Die Augenuntersuchung ergibt nichts Abnormales.

3 Uhr 40 Min. Der Strom wird ausgeschaltet, das Tier springt momentan auf. Die Untersuchung mit dem Augenspiegel läßt auch diesmal keine Veränderungen feststellen.

Dieser Versuch zeigt, daß eine auffällige Veränderung am Augenhintergrund nicht feststellbar ist.

Um Wiederholungen zu vermeiden, weise ich nur bei diesem Versuche darauf hin, daß bei der chemischen Untersuchung des Harnes Eiweiß und Galle darin nicht gefunden wurden.

III. Operationsversuche.

Weitere Beobachtungen.

In folgenden Versuchen wurden, nachdem die allgemeinen Erscheinungen in der elektrischen Narkose studiert waren, Operationen unter denselben Bedingungen ausgeführt. Sie erschienen von vornherein etwas gewagt, da es nach dem Vorausgehenden noch recht zweifelhaft war, ob es sich bei dem elektrischen Schlaf um eine wirkliche Narkose handle.

Versuch 14.

Schweißhund, männl., braun, ca. 3 J. Allgemeinbefinden gut, P. 86, A. 18.

3 Uhr 15 Min. 4,3 MA. Extremitäten sind gestreckt, Gelenke lassen sich nur schwer abbiegen. Augenlider krampfartig geschlossen. Conj. cyanotisch, Pupillen vergrößert. Maulschleimhaut und Zunge gerötet, setzt Harn und Kot ab, Sensibilität aufgehoben.

3 Uhr 25 Min. = 10 Min. Die hintere linke Afterkralle wird abgetragen, dabei zeigt Pat. keine Schmerzempfindung. Die Wunde blutet normal. Das Blut erscheint dunkler als gewöhnlich.

3 Uhr 27 Min. = 12 Min. Der Strom wird ausgeschaltet. Dem ruhig liegen bleibenden Tier wird die hintere rechte Afterkralle wegoperiert, beide Wunden genäht ohne daß eine Schmerzempfindung wahrnehmbar ist. Das Tier bleibt stromfrei weiter liegen.

3 Uhr 35 Min. Auf die Beine gestellt kann es laufen, schwankt in der Nachhand.

6 Uhr. Das Tier liegt im Käfig, ist etwas apathisch. Nach 3 Tagen geht Patient ab. Die Wundheilung ging normal von statten.

Dieser Versuch ergibt, daß das Tier sowohl bei Stromschluß als auch gleich nach Stromöffnung während der Operation keine Schmerzen zeigt.

Versuch 15.

Rottweiler, männl., schwarz, 1½ J. Allgemeinbefinden gut. Temp. sehr lebhaft, zeigt keinerlei Krankheitserscheinung.

Operation: Castration.

3 Uhr. 55 Min. 4,2 MA. Das Tier macht einige Abwehrbewegungen, bleibt dann in tetanusähnlicher Stellung liegen. Von der Atmung ist kaum etwas zu bemerken.

4 Uhr 05 Min. = 10 Min. Der linke Hoden wird herausgenommen.

Vom Schnitt durch die tunica dartos, die gemeinschaftliche Scheidenhaut, sowie vom Abtragen letzterer und des Samenleiters spürt der Hund anscheinend nichts. Beim Abdrehen der Gefäße mit einer Klemme macht er eine kurze, kräftige Bewegung mit dem Fuß. Der rechte Hoden soll bei ausgeschaltetem Strom herausoperiert werden. Das Tier macht aber gleich nach Stromöffnung Fluchtversuche, sodaß schleunigst wieder Strom durch den Körper geleitet werden muß. Diesmal verläuft die Operation ohne eine Schmerzäußerung des Hundes.

4 Uhr 15 Min. Es wird ausgeschaltet. Das Tier springt gleich vom Operationstisch und will den Versuchsraum verlassen. Schwankt in der Nachhand.

6 Uhr. Das Tier liegt teilnahmslos im Käfig. Und auch an den drei folgenden Tagen ist das Tier mißtrauisch. Die Wunde heilt ohne Komplikationen. Der Versuch zeigt im Vergleich zu Versuch 14 das individuelle Verhalten der Tiere nach Stromausschaltung bezüglich der Nachwirkung.

Versuch 16.

Schnauz, männl. schwarz, 4 Mon., Allgemeinbefinden gut, Temp. wenig lebhaft, das Tier zeigt keinerlei Erkrankung.

3 Uhr 30 Min. Der Strom wird eingeschaltet, dabei macht das Tier Abwehrbewegungen und kommt in einen mittelmäßigen Streckkrampf.

3 Uhr 35. Der Schwanz wird wegoperiert. Dabei zeigt das Tier keine Schmerzen. Da aus der Nase eine rötliche Flüssigkeit kommt, wird ausgeschaltet. Herz und Atmung sind stillgegestanden. Künstliche Atmung bleibt ohne Erfolg.

Sektion am pathol. Institut: Äußerlich erscheint das Tier ziemlich blutleer. Die Baucheingeweide sind normal. Nach Exenteration der Brusteingeweide zeigt die Lunge einen stark aufgequollenen Zustand, die Farbe ist dunkelrot. Die Hauptlappen sind in ihren Rändern nur leicht abgestumpft und in der Farbe etwas heller als die Spitzenlappen. Beim Durchtasten zeigt sich die Lunge gleichmäßig gummiartig elastisch. Die einzelnen Schnittflächen sind gleichartig beschaffen und zwar in Farbe der Oberfläche. Von der Schnittfläche läßt sich ein blutiger, schaumiger Saft leicht abstreifen. Die Trachea ist mit einem weißrötlichen Schaum angefüllt, der sich in die Bronchien hinein festsetzt. Die Schleimhaut derselben zeigt keine Veränderung. Kehlkopf normal. Das Herz zeigt nichts pathologisches, ebenso blieb die Sektion des Gehirnes ohne pathol. Befund.

Todesursache: Erstickung infolge Lungenödems.

Versuch 17.

Fox. weibl. weisschwarz, ca. 4 J. Allgemeinbefinden gut, Temp. lebhaft. T. 38,4, P. 108, A. 24.

Operation: Laparotomie zum Zweck der Castration bei mittlerer Narkose. Bei Eröffnung der Bauchhöhle Harnblase mäßig gefüllt, durch Druck mit dem Finger auf die Blasenspitze (gewöhnliche Methode) nicht zu entleeren. Jetzt Strom eingeschaltet, gleichzeitig bleibt der führende Finger in der Bauchhöhle; fast in demselben Moment erfolgt Bauchpresse und Entleerung von Harn. Der Tonus der allgemeinen Körpermuskulatur ist mittelgradig. Lidreflex besteht. An der Bauchwunde eine besondere Spannung nicht bemerkbar. Hervorgeholte Teile von Dickdarm, Dünndarm und Uterus zeigen sich bewegungslos, zum mindesten ist Peristaltik nicht vermehrt. Es tritt auch keine erhebliche Stauungshyperämie ein, was nicht auf starke Kontraktion der Bauchmuskeln an der Operationsstelle schließen läßt. Castration aus anderen Gründen nur einseitig ausgeführt. Reposition. Muskel- und Hautnaht. Der Strom wird ausgeschaltet, das Tier erwacht sofort, zeigt schwankenden Gang. Diese Schwäche verliert sich schnell.

Versuch 18.

Airedale-Bastard, männl., gelbgrau, ca. 3/4 J. Allgemeinbefinden gut, Temp. lebhaft. T. 38,5, P. 90, A. 18. Operat. Bauchschnitt auf der linken Flanke.

9 Uhr. Der Strom wird eingeschaltet bis zur tiefen Narkose. Das Tier setzt Harn und Kot ab. Der Schnitt durch die Bauchmuskeln wird während heftigen Streckkrampfes gemacht. Die Muskulatur fühlt sich hart an. Vorgezogene Darmschlingen zeigen sich anscheinend bewegungslos und in normaler Blutversorgung. Die Muskulatur wirkt während dreier Minuten auf die vorgezogenen Darmschlingen nicht einklemmend. Darmteile reponiert.

9 Uhr 15. Min. Die Atmung steht still. Herz ist pochend, schlägt unregelmäßig und ungleichmäßig. Der Strom wird ausgeschaltet.

Die Zunge wird vorgezogen und künstliche Atmung eingeleitet. Schon nach 10 künstlichen Ex- und Inspirationsbewegungen setzt die Atmung wieder ein und wird rasch regelmäßig. Die gesetzte Wunde wird bei ausgeschaltetem Strome genäht, dennoch äußert das Tier keine Schmerzen.

16 Uhr. Das Tier ist munter.

Bei den folgenden Tieren soll festgestellt werden, ob sie sich an den Versuch erinnern und ob es sich beim elektrischen Schlaf um eine wirkliche Narkose handelt, bei der die Funktion der Ganglienzellen des Großhirns ausgeschaltet sind.

Versuch 19.

Fox, weibl., weisschwarz, ca. 4 J. Allgemeinbefinden gut, Ernährungszustand gut, Temp. lebhaft, ist zutraulich. Während sich der Wärter mit dem Tier beschäftigt, werden ihm die Elektroden angesetzt.

10 Uhr 15 Min. Der Strom wird eingeschaltet und in ca. 2 Sek. soweit gesteigert, daß der Hund in Streckkrampf kommt und darin verharrt.

10 Uhr 25 Min. Der Strom wird ausgeschaltet, das Tier springt momentan auf und ist anscheinend lebhafter als vor dem Versuch.

Am nächsten Tag 10 Uhr 15 Min. Derselbe Hund wird vorgeführt. Im Stall ist das Tier zutraulich, folgt dem Diener ohne Widerwillen. In den Versuchsraum gebracht wird es störrisch, zerrt an der Kette und versucht immer wieder aus dem Versuchsraum hinauszukommen. Das Tier wurde nun elektrisiert (siehe Versuch 11). Bei der dritten Vorführung benahm sich das Tier genau wie am Vortage.

Demselben Zwecke dienten

Versuch 20 und 21,

die wegen der Gleichartigkeit nicht aufgeführt sind.

Die Versuche zeigen entgegen Tüffier (17) und Leduc (7—9), daß die Tiere eine unangenehme Erinnerung haben und den Versuchsraum meiden wollen.

Versuch 22.

Dackl, weibl., schwarz, ca. 1 1/2 J. Allgemeinbefinden gut, Temp. lebhaft, keinerlei Krankheit.

10 Uhr 05 Min. Das Tier bekommt 1,5 ccm der 4%igen Morphiumhydrochloricumlösung subkutan.

10 Uhr 30 Min. Das Tier ist in leichter Narkose. Es erwacht bei Anruf. Der Strom wird langsam eingeschaltet und allmählich verstärkt. Das Tier springt auf und zeigt die schon in Versuch Nr. 1 und 2 geschilderten Erscheinungen.

Der Versuch zeigt, daß das Exzitationsstadium durch eine vorausgehende schlafbedingende Morphiumdosis nicht abgeschwächt wird.

Versuch 23.

Schnauz, weibl., gelbgrau, ca. 4 Mon. Allgemeinbefinden gut, Temp. lebhaft, das Tier zeigt keinerlei Krankheit.

10 Uhr 55 Min. Dem Tier wird 1 ccm der 4%igen Morphiumhydrochloricumlösung subkutan gegeben.

11 Uhr 35 Min. = 40 Min. Aus dem leichten Schlaf erwacht das Tier bei Anruf. Es bekommt 2,7 ccm einer 10%igen Lösung von Chloralhydrat in 25%igem Alkohol.

11 Uhr 40 Min. = 45 Min. Das Tier ist in tiefem Schlaf. Sensibilität vollständig aufgehoben.

11 Uhr 45 Min. = 50 Min. Der elektrische Strom wird eingeschaltet und allmählich gesteigert; dabei machen die Füße hampelmannähnliche Bewegungen. Der Kopf wird hochgehoben, die Augen geöffnet, Stöhnen ist hörbar.

11 Uhr 48 Min. = 53 Min. Der Strom wird ausgeschaltet, das Tier bleibt ruhig liegen. Augen geschlossen, sonst nichts auffallendes.

11 Uhr 58 Min. = 63 Min. Das Tier ist wach, hört, versucht vom Operationstisch herunterzukommen. Es wird befreit, zeigt schwankenden Gang.

1 Uhr. Das Tier ist munter.

Versuch 24.

Schnauz, männl., grau, ca. 4 J. Allgemeinbefinden gut. Ernährungszustand gut, keinerlei Erkrankung.

4 Uhr. Das Tier bekommt 2 ccm der 4%igen Morphiumhydrochloricumlösung subkutan.

4 Uhr 30 Min. Es werden ihm 14 ccm der 10%igen Chloralhydratlösung im 25%igen Alkohol in die Vena saphena injiziert.

4 Uhr 33 Min. Das Tier ist in tiefem Schlaf. Vollständige Anästhesie. Der Strom wird geschlossen. Die Füsse werden bewegt, der Kopf wird abwechselnd aufgehoben, dann wieder krampfhaft nach hinten gestreckt. Die Augen sind offen. Die Nickhaut ist vorgefallen. Das Tier stöhnt. Die Atmung ist angestrengt. Die Gelenke bleiben schlaff, die Muskulatur fühlt sich weich an.

4 Uhr 40 Min. Der Strom wird ausgeschaltet. Das Tier bleibt ruhig liegen.

4 Uhr 43 Min. Der Hund erhebt den Kopf, sieht um sich, hört, versucht vom Tisch herunterzukriechen.

4 Uhr 50 Min. Auf die Beine gestellt, kann er stehen, läuft allein in seinen Käfig, macht dabei den Eindruck eines Betrunkenen.

Die Versuche 23 und 24 lassen vermuten, daß die elektrische Narkose keine im Sinne der von den anderen Narkotika hervorgerufene ist, sondern ein Erregungszustand, dem offenbar nach Versuch Nr. 4, 6, 11 u. 14 eine Art Ermüdungsstadium folgt, während dessen sogar die Sensibilität aufgehoben zu sein scheint.

Die chemische Narkose und der elektrische Gleichstrom nach Leduc wirken hier geradezu antagonistisch*). Dieses schließe ich daraus, daß die Kombination von Morphium- und Chloralnarkose mit elektrischer Narkose keine Vertiefung des Schlafes herbeigeführt hat, sondern im Gegenteil eine Abkürzung jener chemischen Narkosen. Es sind also keine Additionswirkungen, sondern Subtraktionswirkungen.

Zusammenfassung der Versuche.

1. Ein allmähliches Steigen des Stromes ist wegen des überaus heftigen Exzitationsstadiums nicht brauchbar.
2. Eine bis zum Eintritt einer scheinbaren Bewußtlosigkeit gesteigerte Stromstärke erzeugt einen leichten Muskelkrampf, Zyanose, erschwerte Atmung, zugleich steigt oder fällt diese, was bei verschiedenen Tieren verschieden ist. Die Wirkung des elektrischen Stromes äußert sich am stärksten auf die quergestreifte Körpermuskulatur, während das Herz und die glatte Muskulatur anscheinend nicht beeinflußt werden.
3. Bei solchen klinischen Versuchen, bei denen Streckkrampf eingetreten ist, gehen die Atmungsbewegungen mit Anstrengung noch weiter, während auskultatorisch Luftaustausch nicht immer feststellbar ist. Die Lungentätigkeit wird durch den Krampfzustand der Körpermuskulatur erheblich beeinträchtigt, so daß man besonders bei jugendlichen und heruntergekommenen Tieren mit der Gefahr eines Lungenödems und einer Lungenlähmung rechnen muß.
4. Der Puls sinkt in den meisten Fällen und wird kräftiger, um schon während der Narkose wieder schwächer zu werden und anzusteigen.
5. Die Temperatur steigt um 1,0 bis 2,5° und erreicht nach zirka 1 Stunde und 30 Minuten nach Ausschaltung die Norm wieder.

*) Zu einem gleichen Ergebnis kommen Jellinek (6) und Battelli (2) bei Versuchen mit Gleich- und Wechselstrom an Kaninchen, die mit Chloroform und Äther narkotisiert waren. An Hunden erzielte Jellinek weniger günstige Resultate.

6. Unberechenbar ist das Verhalten des Tieres nach Stromöffnung: Bei gleichzeitig aufgehobener Sensibilität kann das Tier nach Ausschaltung des Stromes sich bewegen und ist bei Bewußtsein, da es um sich blickt und auf Anruf reagiert, oder es bleibt längere Zeit gleichsam ermüdet liegen, obwohl es bei Bewußtsein ist.
7. Die Stromstärke, die nötig ist, um bei verschiedenen Tieren die scheinbare Empfindungslosigkeit hervorzurufen, schwankt zwischen 2,0 bis 6,5 MA. Die am häufigsten benötigte Stromstärke beträgt zirka 4 Ma.
8. Als günstigste Lagerung der Elektroden ergab sich die schon von Leduc angegebene, nämlich die Anode an dem Kreuz, und die Kathode an der Stirn. Das Zentralorgan soll in der Stromlinie liegen. Es soll daher der Kopf nach vorwärts und nicht nach rückwärts gebeugt gehalten werden.
9. Während der Durchströmung des Körpers mit einer gleichen Spannung findet eine Nachlassung der Wirkung statt, so daß man, um die Narkosen in gleicher Intensität aufrecht zu erhalten, genötigt ist, den Strom zu verstärken. Dieses deutet auf eine gewisse Art von Angewöhnung des Körpers an elektrischen Strom während der Durchströmung hin. Diese Angewöhnung überdauert den jeweiligen narkotischen Zustand nicht.
10. Der elektrische Schlaf ist keine eigentliche Narkose, sondern ein Erregungszustand mit nachfolgender Erschlaffung. Das Bewußtsein scheint während der Narkose nicht oder nur teilweise gestört zu sein, da sich die Tiere offenbar zurückerinnern und vielleicht nur wegen Ausschaltung der motorischen Zentren ein Schmerzgefühl nicht äußern können. Auch werden noch im Zustand der scheinbaren Bewußtlosigkeit, aber vor Eintritt des intensiven Streckkrampfes, gewisse vor den Augen sich bewegende Gegenstände mit dem Blick verfolgt.
11. Operationen auszuführen, ohne durch Abwehrbewegungen von seiten des Tieres gestört zu werden und ohne daß das Tier dabei Schmerzempfindungen äußert, ist während der elektrischen Narkose möglich; nach derselben läßt eine noch anhaltende Nachwirkung die re-

aktionslose und anscheinend schmerzlose Ausführung von kleinen Operationen zu.

* * *

Es ist selbstverständlich, daß die verhältnismäßig geringe Zahl von Versuchen, die im Vorhergehenden beschrieben worden sind, zu erschöpfenden Schlußfolgerungen nicht genügt. Immerhin dürften sie aber ein einigermaßen anschauliches Bild über die Methode und deren Brauchbarkeit geben.

Auf Grund der niedergelegten Ergebnisse ist man berechtigt, zunächst gewisse Eingriffe aus der Kompetenz der Leducschen Methode auszuschalten. Als solche möchte ich z. B. wegen der bestehenden und in der Therapie in diesen Fällen hinderlichen Muskelspannung das Einrichten von Knochenbrüchen oder wegen des Trismus die Untersuchung und Vornahme von Operationen in der Maulhöhle bezeichnen. Direkt schädlich müßte das Verfahren aus selbstverständlichen Gründen bei gleichzeitig vorhandenen Hernien oder einer Anlage hiezu wirken. Ferner könnten psychische Erregungen, Schwächezustände und dergleichen die Anwendung des Leducschen Verfahrens beeinträchtigen; bei jungen und heruntergekommenen Tieren ist sogar der Exitus letalis infolge Lungenödems und Lungenlähmung zu befürchten.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit der Leducschen Narkosemethode sei darauf hingewiesen, daß zwar für den Operateur selbst Methodenänderungen relativ bedeutungslos erscheinen, daß aber die Kontrolle des Apparates sowohl wie auch das Halten der Elektroden, Fixieren des Patienten vermehrtes Personal erfordern. Daß dieses Personal gelegentlich auch hinderlich sein und im Wege stehen kann, sei nur nebenbei bemerkt.

Es läßt sich wohl im allgemeinen sagen, daß die Leducsche Narkosemethode mit unterbrochenem Gleichstrom zu Operationen an Hunden zwar beschränkt brauchbar, aber nicht allgemein zu empfehlen ist.

Eine andere Möglichkeit der Benutzung des Leducschen Stromes bei Hunden steht noch offen, nämlich die Vorbereitung zur Tötung analog den Versuchen

an Schlachttieren von Müller und Weinberger am Münchener Schlachthof.

Die an der Münchener Universitäts-Tierklinik bisher eingeführte Methode des Tötens [Stetter (9)] von Hunden besteht darin, daß den Tieren mit einer durch Haut, Zwischenrippenmuskulatur, Herzbeutel und Herzmuskel in einen Herzraum, womöglich die linke Kammer mit einer schnell eingestochenen dünnen Kanüle Chloroform injiziert wird. Das sofort oder auf dem Umweg über den kleinen Kreislauf ins Gehirn gelangende Chloroform erzeugt außerordentlich schnell eine Lähmung von Bewußtsein, Willen, Atmung und Herz und damit den Tod. Der rasch ausgeführte Herzstich ist prinzipiell schmerzlos. Er setzt aber ruhige Hand des Tierarztes und ruhige Haltung des Tieres voraus. Letztere kann durch entsprechendes Anhängen usw. rasch betätigt werden. Der Methode läßt sich jedoch nachsagen, daß sie bei Bewußtsein des Tieres geschieht. Dieses zu vermeiden, könnte die Leducsche Methode geeignet sein und den Vorteil haben, daß das Tier vor dem Einstich an und für sich in Ruhehaltung liegt. Wir haben in diesem Sinne eine größere Reihe von Versuchen angestellt, deren Ergebnis folgendes ist: Dem zu tötenden Hund werden wie bei den Narkoseversuchen die Herffschen Klammern auf die angefeuchtete Haut in der Kreuzgegend und an der Stirn aufgeklemmt. Jetzt wird nicht wie bei den vorgehenden Versuchen der Strom allmählich gesteigert, sondern es wird gleich ein Strom von zirka 7 MA. durch den Körper geschickt. Das Tier fällt auf die Seite und bleibt regungslos liegen, wonach die oben beschriebene Tötung ruhig ausgeführt werden kann.

Doch ist hier zu bemerken, daß die elektrische Vorbereitung bei durchnäßten Hunden unzuverlässig ist, anscheinend weil der Strom statt die Nervenbahn zu durchfließen, der Haut entlang läuft.

* * *

Die verhältnismäßig geringe Zahl von Indikationen der Allgemeinnarkose bei Hunden, bei denen es vornehmlich auf Reaktionslosigkeit und Muskelerschlaffung ankommt, können von der Leducschen Methode nicht streitig gemacht werden.

Die Einfachheit, welche uns die Lokalanästhesie bietet, soweit Eingriffe in deren Bereich fallen, kann durch die Leducsche Methode in keiner Weise überboten werden. Die Möglichkeit bei der Lokalanästhesie zu gleicher Zeit und am gleichen Ort Blutstillungsmittel anzubringen, ist dem Leducschen Verfahren gegenüber sogar als großer Vorteil zu bezeichnen. Erst wenn sich die Leducsche Methode so ausbauen läßt, daß sie ohne Personalaufwand und absolut prompt arbeitet, kann sie unseres Erachtens der Lokalanästhesie eine Konkurrenz werden, denn dann würde sie ein außerordentlich schnell bereitstehendes Hilfsmittel für kleine Operationen sein.

Noch eine Wahrnehmung aus den Versuchen und der Literatur [Cohn und Boruttau] möge hier Beachtung finden, nämlich, daß es sich nicht unbedingt um eine absolute Bewußtlosigkeit handelt, sondern um die Möglichkeit, Empfindungen nicht äußern zu können. Dieses ließe es vom moralischen und Tierschutzstandpunkt aus gerechtfertigt erscheinen, die Anwendung des Leducschen Verfahrens zu Operationszwecken überhaupt aufzugeben. Von diesem Standpunkte aus könnte man die Moral auch als Kontraindikation ansehen.

Man kann bezüglich der Tatsächlichkeit der Anästhesie auch noch an etwas anders denken. Eine Empfindung, sei es optische, akustische oder Tastempfindung, die eine Sekunde dauert, setzt sich bekanntlich zusammen aus einer Reihe von Einzelreizen, die zum mindesten die Zahl 10—15 in der Sekunde betragen müssen, um als fortlaufende Empfindung zur Aufnahme zu kommen. Demgegenüber steht der Leducsche Strom mit zirka 160 aufeinanderfolgenden Reizen pro Sekunde. Es dürfte jedem die Beobachtung bekannt sein, daß beim Festhalten eines sehr schnell vibrierenden oder oszillierenden Gegenstandes, z. B. einer laufenden Zentrifuge, einer tönenden Stimmgabel oder einer schwingenden Seite und ähnlichem in der Hand sich nach wenigen Sekunden ein Zustand entwickelt, den wir im allgemeinen als Kribbeln oder Taubsein bezeichnen und in dem geringgradige Gefühlseindrücke nicht bewußt werden. Dem könnte ungefähr die Wirkung des Leducschen Stromes entsprechen. Demnach würde es sich bei dem Leducschen Strom um eine Reizwirkung handeln, deren eine Ausdrucks-

form der Muskeltonus ist, deren andere eine relative Unempfindlichkeit gegenüber langsam erfolgenden Reizen. Diese Erklärung würde dem entsprechen, was Boruttau (3) schon früher angibt und als unterschwellig bezeichnet. Von diesem Standpunkte aus würde sich die Schlußfolgerung ergeben, daß Moral und Tierschutz gegen diese Art der Betäubung nichts einzuwenden haben dürften.

Es ist auch aufgefallen und rubriziert worden, daß fast in jedem Versuch dem Eindruck nach gewaltsam Ausscheidungen erfolgt sind. Es erhebt sich die Frage, ob hiebei eine Beeinflussung der glatten Muskulatur des Darmes und der Harnblase erfolgt. Wäre dies der Fall, dann wäre jedenfalls der Akt der Ausscheidungen nicht so kräftig und nicht so plötzlich gewesen, weil ja der glatten Muskulatur eine solche Vehemenz und Überstürzung nicht zukommt. Man muß demnach diese spontanen Entlehrungen auf Kosten der Bauchpresse, also der quergestreiften Muskulatur setzen. Damit ist aber die Frage noch nicht entschieden, ob die glatte Muskulatur unbeeinflußt bleibt oder nicht. Der Versuch 17 und 18 haben diesbezüglich gezeigt, daß auch in starkem Krampfzustand eine Beflussung der Kontraktion des Darms und des Uterus nicht erfolgt. Eine Veränderung im Gefäßtonus wurde hiebei nicht beobachtet. Der bei unseren Versuchen aufgetretene harte Puls ist also auf die komprimierende Wirkung der quergestreiften Muskulatur auf die Blutgefäße entstanden. Ein anderer Weg, die Kontraktion der glatten Muskulatur klinisch festzustellen, ist die Untersuchung des Augenhintergrundes, nämlich eine Feststellung einer verschiedenartigen Weite der Gefäße desselben.

Diesbezügliche Untersuchungen vor, während und nach dem Krampfstadium haben ein augenfälliges Resultat nicht ergeben.

Offen blieb die Frage der Verwendbarkeit der Leducschen Betäubung für chirurgische Eingriffe bei gleichzeitig vorhandener Trächtigkeit. Wenn schon nach unseren Versuchen nicht anzunehmen ist, daß besondere Uteruskontraktionen ausgelöst werden, so kann doch die außerordentlich starke Anspannung der Bauchpresse

während des Elektrospasmus der Muskulatur geeignet sein, wenigstens bei fortgeschrittener Trächtigkeit unerwünschte Einflüsse auszuüben.

* * *

Zum Schlusse meiner Arbeit sei es mir gestattet, Herrn Geheimrat Professor Dr. M a y r für die freundliche Überweisung des Themas, sowie für seine gütige Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Ebenfalls bin ich zu Dank verpflichtet Herrn Obertierarzt Dr. W e n g e r für seine stets bereitwilligste Unterstützung bei meinen Arbeiten.

Literaturverzeichnis.

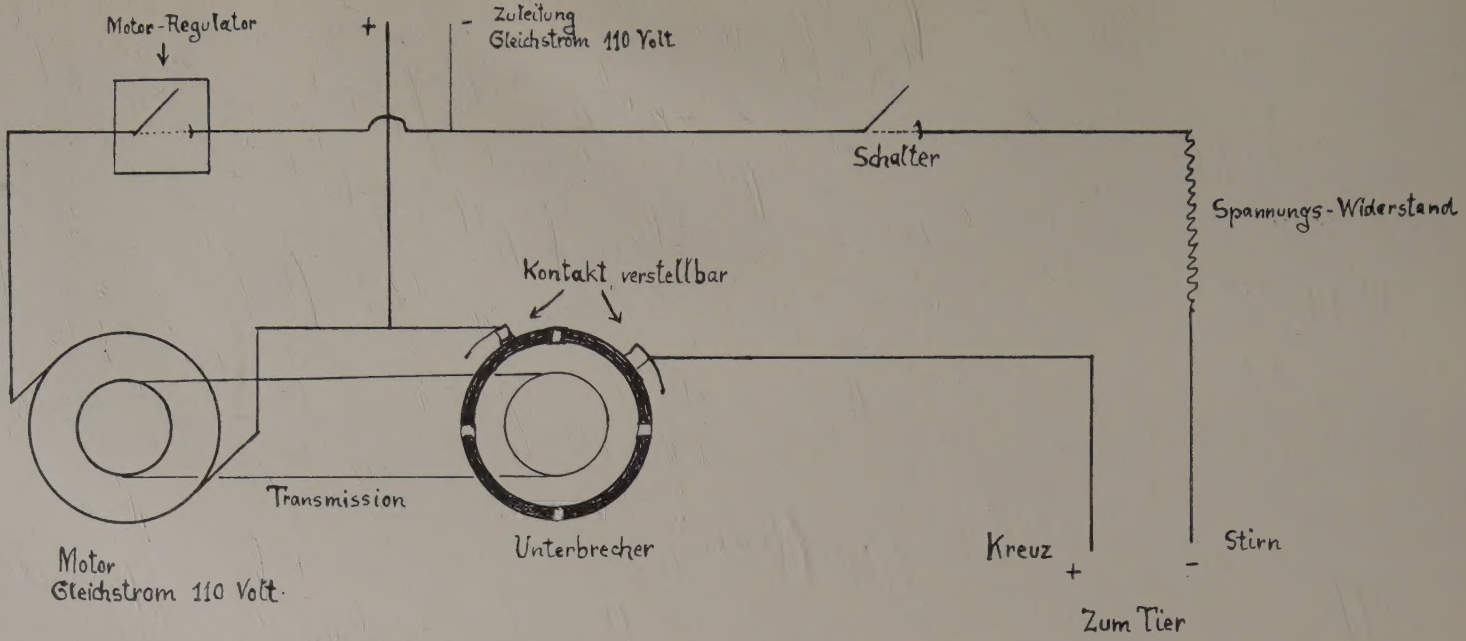
1. Appel: Chloralhydratnarkose beim Hund bei rektaler Anwendung. T. R. Nr. 26, 1927.
2. Battelli: Elektropathologie, Handb. d. ges. med. Anw. der Elektrizität, Bd. I, S. 556.
3. Boruttau H.: Elektrische Narkose, Handb. d. ges. med. Anw. der Elektrizität, Bd. I, S. 468 und Bd. II, S. 431.
4. Cohn Max: Berliner Klin. Wochenschrift 1912, S. 2428.
5. Fröhner: Arzneimittellehre für Tierärzte. Stuttgart 1921.
6. Jellinek: Elektropathologie 1903.
7. Leduc: Der elektrische Schlaf. Zeitschr. f. neuere physik. Medizin 1908, Nr. 8 und 9.
8. Leduc: Erzeugung des Schlafes und der allgem. örtlichen Schmerzlosigkeit durch elektrische Strömung. Zeitschr. f. Elektropathol., Heft 10 und 12, 1902.
9. Leduc: La Narcose Electrique. Zeitschr. f. Elektrotherapie u. physikal. Heilmethoden, 1903, S. 374 und 403.
10. Mann: Erzeugung des Schlafes unter allgemeiner örtlicher Schmerzlosigkeit durch elektrische Ströme. Zeitschr. f. diätetische u. physikal. Therapie, Bd. VII. S. 587.
11. März J.: Allgemeinnarkose des Hundes durch Chloralhydrat bei intravenöser Anwendung. In.-Dissert. München 1922.
12. Meyer H.: Archiv für experimentelle pathologische Pharmakologie, Bd. 46 und 42.
13. Müller Max: Die Anwendungsweise der elektrischen Betäubung bei Schlachttieren. Deutsche Schlachthofzeitung, Heft 23, 1927.
14. Müller Max: Elektrische Betäubung der Tiere, S. 382, das elektrische Betäuben der Schlachttiere S. 424 in der Deutschen Schlachthofzeitung.
15. Nagelschmidt F.: Über einen neuen dosierbaren Wechselstrom („Elekt. Schlaf") Berl. klin. Wochenschr. 1912, S. 1849.
16. Overton E.: Studien über die Narkose, Jena 1901.
17. Schloßmann: Neuere Anschauungen über Narkose, Deutsche Med. Wochenschr. 1927, Nr. 22.
18. Stetter: Rasches und schmerzloses Töten von Hunden und Katzen. M. T. W. 1927, S. 6.
19. Wenger: Weiterer Ausbau der intravenösen Chloralhydratnarkose beim Hund. M. T. W. 1925 Nr. 18.

Die Arbeit wurde fertiggestellt im März 1928.

Lebenslauf.

Geboren wurde ich am 27. Oktober 1903 in Bulkesch (Rumänien). Nach Besuch der dortigen Volksschule bezog ich das Realgymnasium in Mediasch, wo ich am 23. Juni 1923 das Zeugnis der Reife erhielt. Im Wintersemester 1923/24 begann ich an der Münchener Universität das Studium der Tierheilkunde. Nach vier Semestern legte ich die Vorprüfung ab und erwarb am 19. November 1927 die Approbation als Tierarzt.

Josef Zimmermann.



Schema des Leduc'schen Apparates (Text Seite 12)